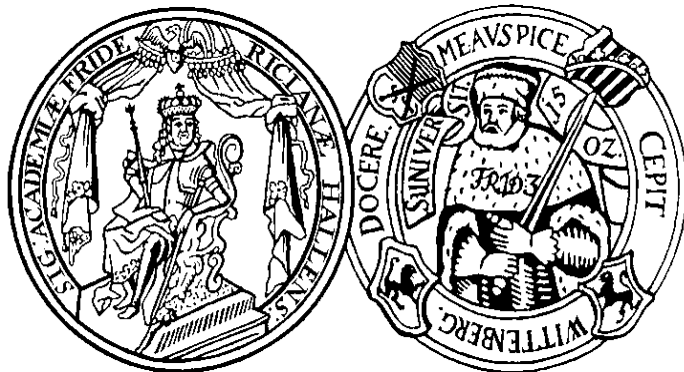
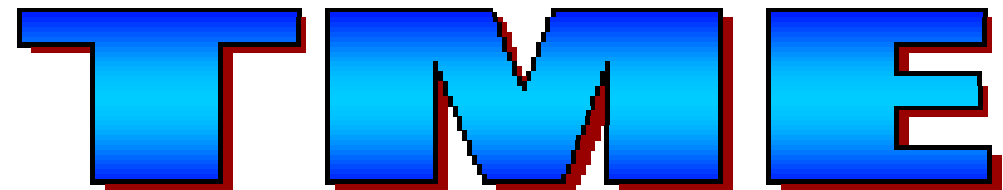


Vergasung von Bioenergieträgern im mehrstufigen Unterluftvergaser BENA 200



Martin – Luther – Universität
Halle – Wittenberg



Ingenieurbüro für Maschinenbau
und Anlagentechnik

Vergasung von Bioenergieträgern im mehrstufigen Unterluftvergaser BENA 200

Gliederung:

- Kenndaten der Versuchsanlage
- Verfahrensprinzip
- Betriebserfahrungen
- Einsatzstoffe
- Versuchsergebnisse
- Zusammenfassung BENA 200
- Arbeitsstand BENA 600 eco - line

TME

**Ingenieurbüro für Maschinenbau
und Anlagentechnik**

T & M ENGINEERING GmbH
Gewerbegebiet Seehäuser Strasse
06567 Bad Frankenhausen

Tel.: (03 46 71) 6 20 00

Fax: (03 46 71) 6 20 01

URL: www.TMEngineering.de

e-Mail: info@TMEngineering.de



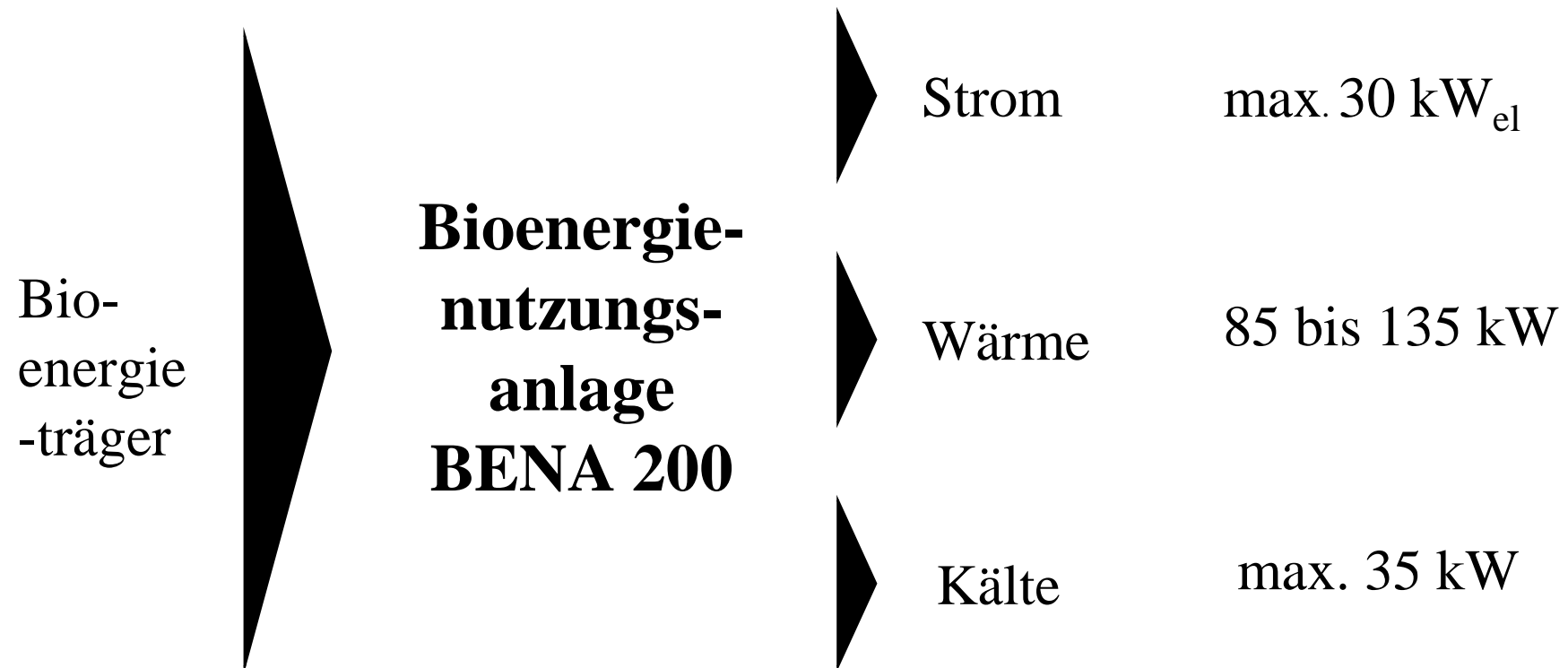
Standort: Martin – Luther – Universität
Halle – Wittenberg
Landwirtschaftliche Fakultät
Julius –Kühn –Straße 23
06112 Halle

Inbetriebnahme: Dezember 2001

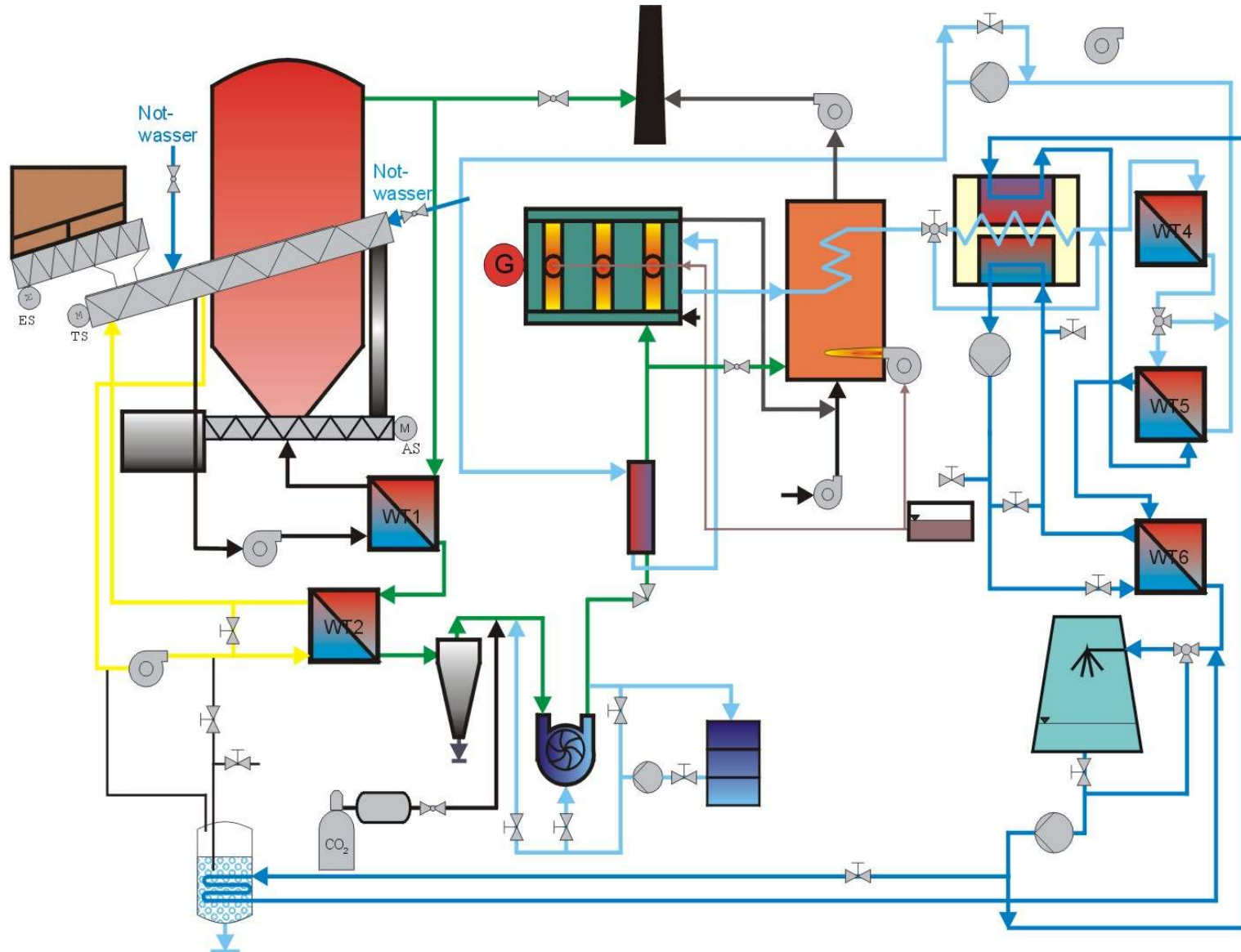
Versuchs- & Demonstrationsanlage BENA 200

Zielsetzung:

- Realisierung einer Vergasungsanlage zur dezentralen komplexen Energieversorgung
- mehrstufige Verfahrensgestaltung und Realisierung hoher Temperaturen im Vergaser



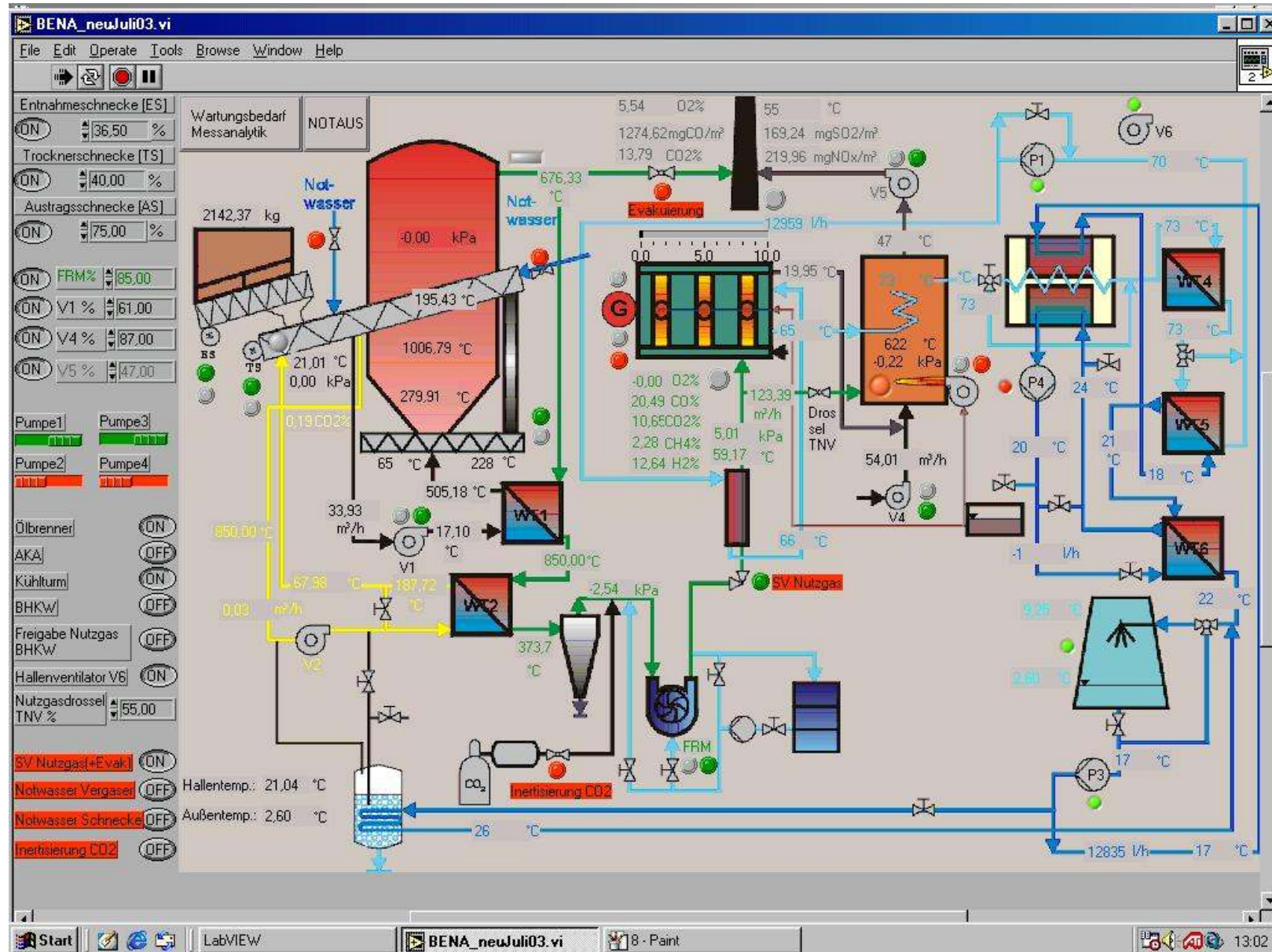
Verfahrensschema



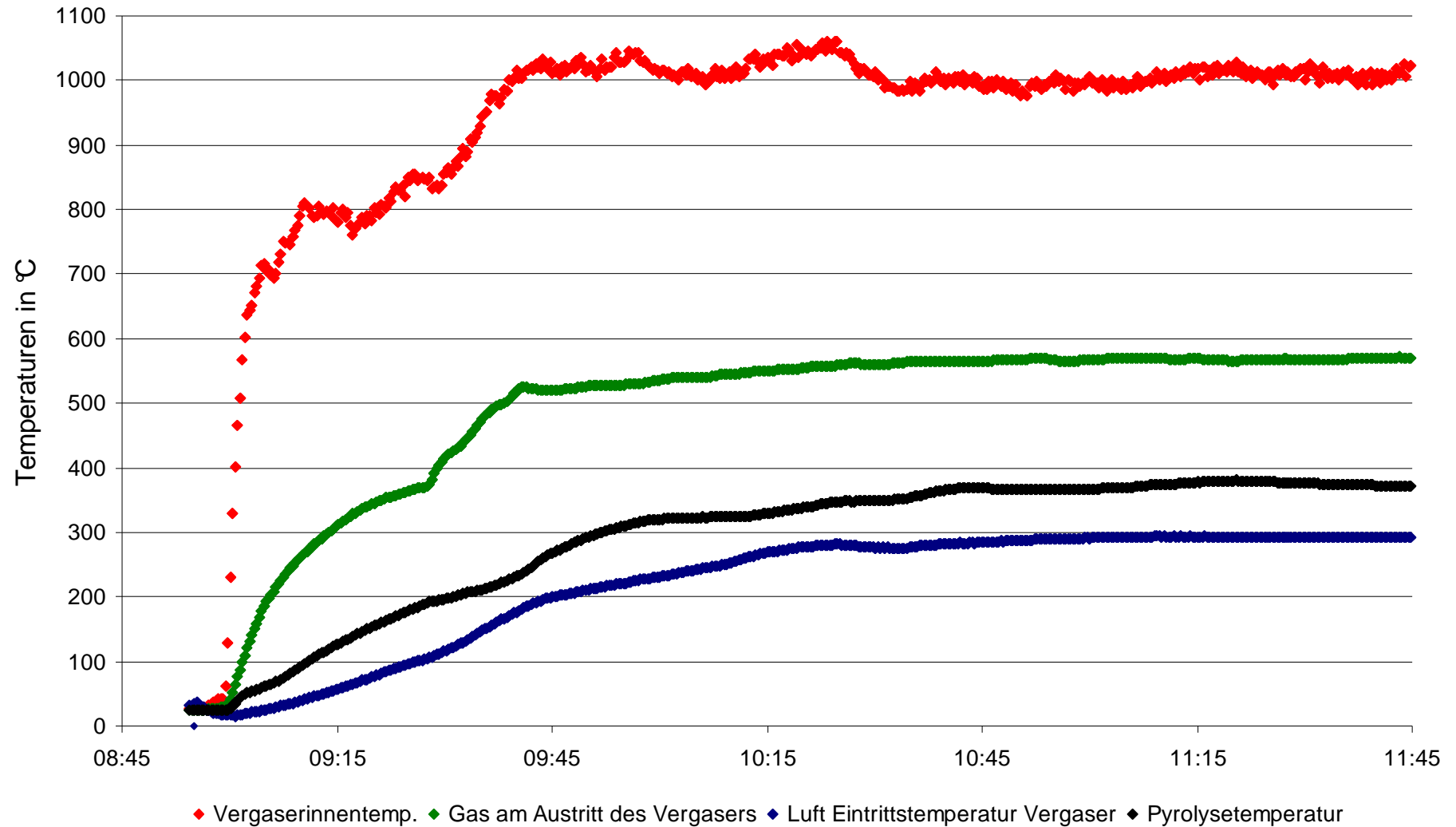
BENA 200



Bedienoberfläche

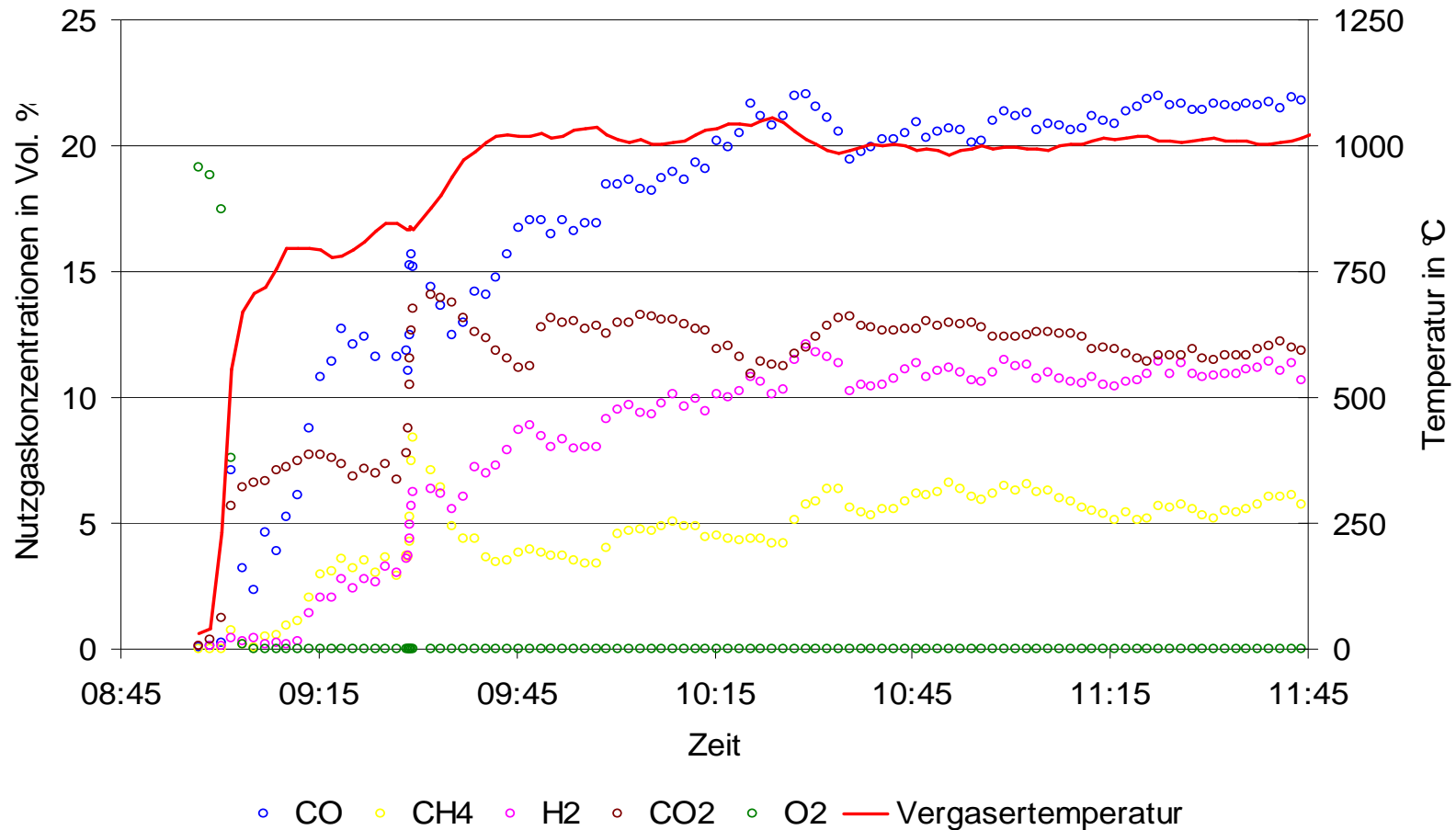


Verlauf von Prozessparametern



Verlauf der Temperaturen des erzeugten Gases und der Vergasungsluft bei einer Eintrittsleistung von 175kW und einem Gasvolumenstrom von 78Nm³/h ⁸

Verlauf von Prozessparametern



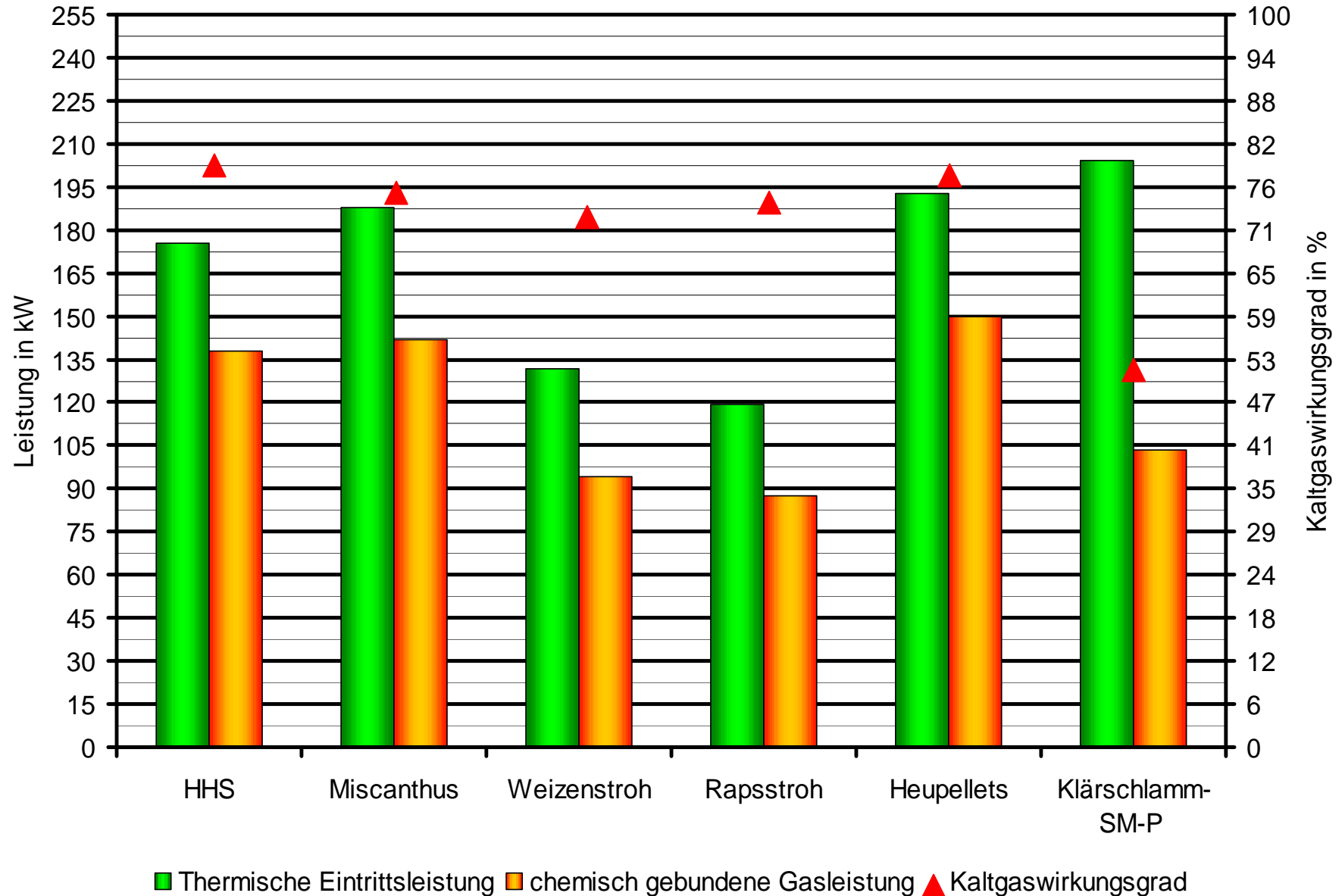
Verlauf der Gaszusammensetzung und der Vergaserinnentemperatur bei einer Eintrittsleistung von 175 kW und einem Gasvolumenstrom von 78 Nm³/h

Einsatzstoffe

	Heizwert Hu MJ/kgTS	Wassergehalt %	Ascheanteil Ma %
Holzhackschnitzel (Kiefer, Pappel, Weiden)	18,4 – 18,8	10 – 53	0,3 – 1,0
Miscanthus	17,6	20	2,8 – 3,9
Getreide (Roggen, Weizen, Hafer, Mais)	17 – 18,9	10 – 12	2 – 2,6
Raps	26,5	10	3,3
Stroh (Weizen, Raps)	17,1 – 17,4	17,4 – 18	4 – 6
Pferdemist	ca. 20	52	ca. 2
Heupellets	17,3 – 17,9	10 – 12	5,4 – 6,3
Klärschlamm – Strukturmaterial (Pellets, ungespresst)	17,6	30	23



Ausgewählte Ergebnisse



Zusammenfassung BENA 200

- komplexe energetische Versorgung auf der Basis von Bioenergieträgern ist möglich
- breite Palette von Einsatzstoffen einsetzbar
- Flexibler Betrieb durch kurze Anfahrphasen und schnellem Erreichen stabiler Betriebszustände realisierbar
- Kaltgaswirkungsgrade um 75 % erreichbar

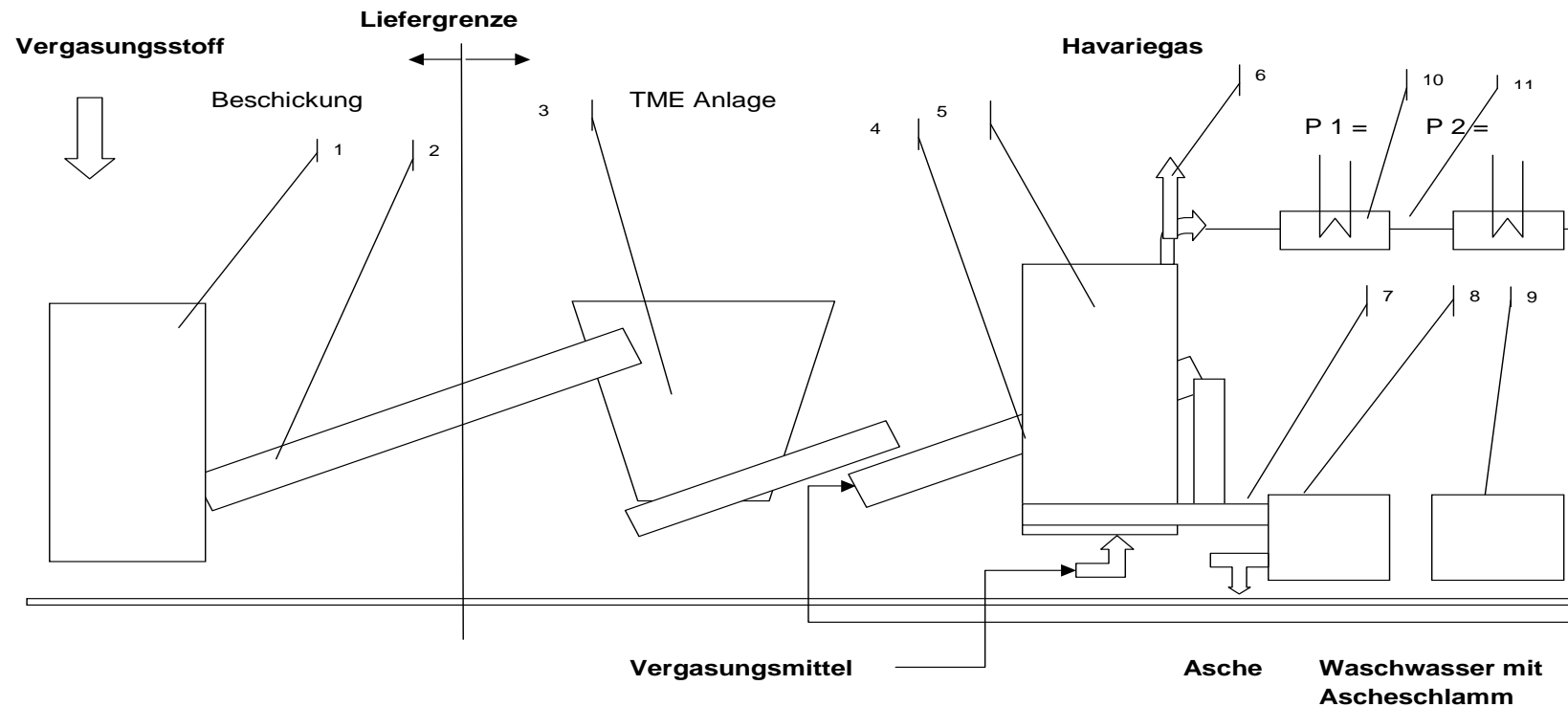
Vollzogener Entwicklungsschritt durch TME:

- scale up auf 400 und 600 kW als kommerzielle Anwenderanlage

==> **BENA 400 basic line**

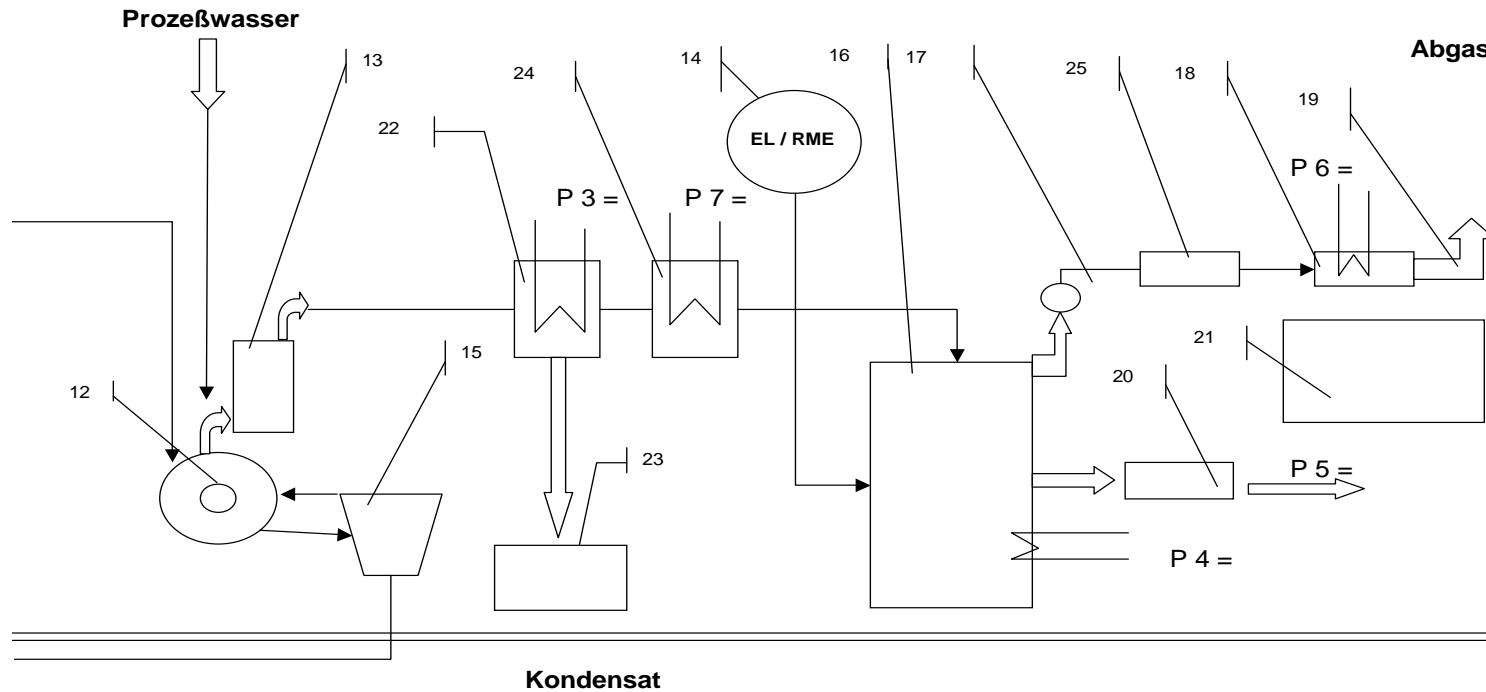
BENA 600 eco line

Verfahrensschema BENA 600 eco line => Teil 1



- 1 Materialbunker
- 2 Zubringer
- 3 Aufgabebunker mit Austragorç 5 m³
- 4 Pyrolyseschnecke
- 5 Tunnelvergaser
- 6 Kaltfackel zur Evakuierung
- 7 Feststoffaustrag
- 8 Aschebehälter 1
- 9 Aschebehälter 2
- 10 Wärmet. WT1 => Prozessluftvorwärmung

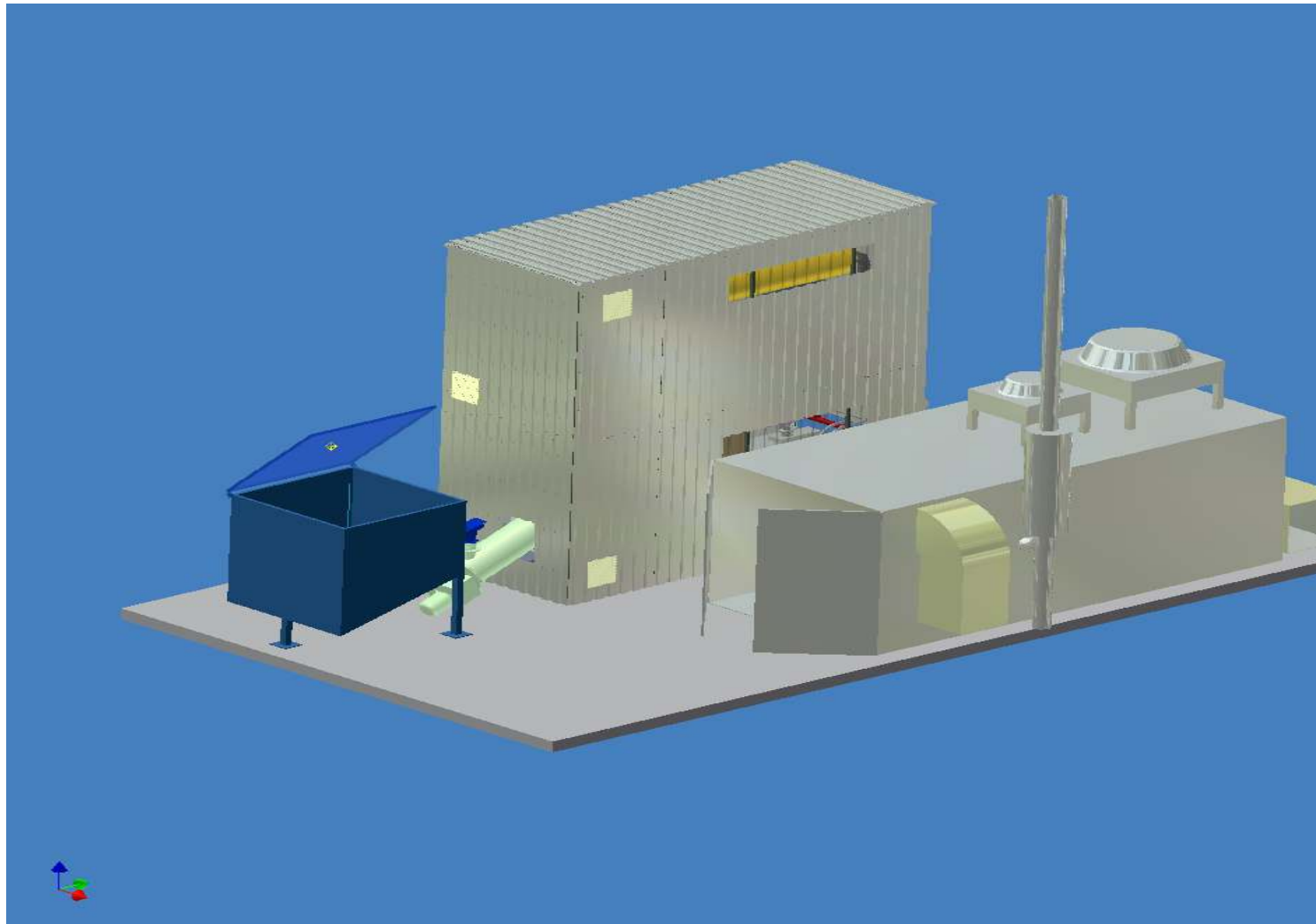
Verfahrensschema BENA 600 eco line => Teil 2



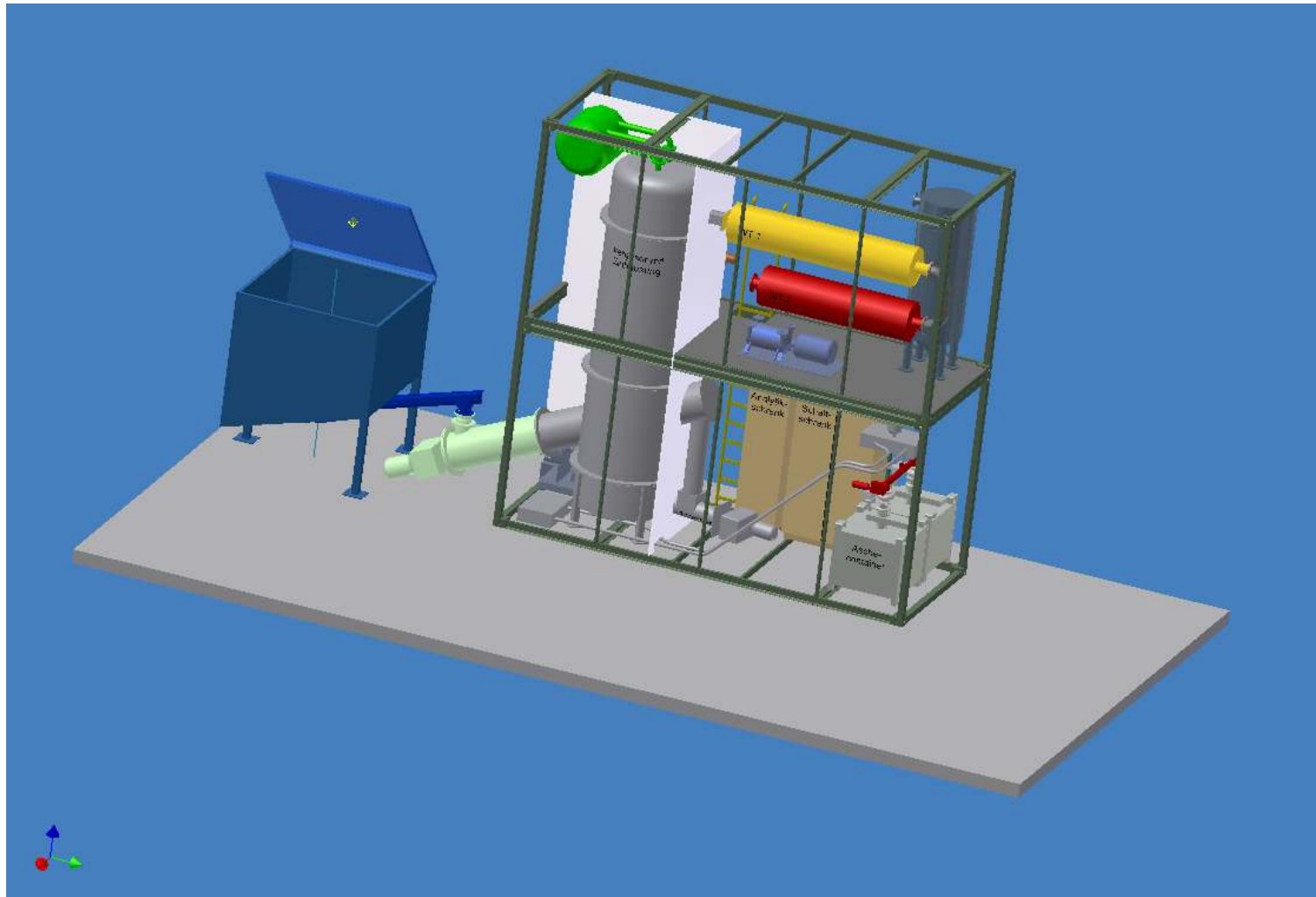
- | | |
|----|-----------------------------------|
| 11 | Wärmetauscher WT2 => Wärmenutzung |
| 12 | Flüssigkeitsstrahlmaschine |
| 13 | Demistor |
| 14 | Tagestank Zündstrahlkraftstoff |
| 15 | Vorlage Waschwasser |
| 16 | Blockheizkraftwerk |
| 17 | Abgasschalldämpfer |
| 18 | Wärmeauskoppler Abgas |
| 19 | Auspuff |
| 20 | Netzsynchrisation |
| 21 | Schaltanlage mit SPS Steuerung |
| 22 | Nutzgaskühler mit Kondensator |

- | | | |
|-------|------------------------------------|-----------------------------|
| P 0 = | 600 kW | Thermische Eingangsleistung |
| P 1 = | ca. 75 kW | Prozeßluftvorwärmung |
| P 2 = | ca. 65 kW | Nutzwärmeauskopplung 1 |
| P 3 = | ca. 9 -15 kW | Nutzgaskühlung |
| P 4 = | ca. 125 kW | Wärmeenergieauskopplung |
| P 5 = | 140-175 kW | Elektro - Energieabgabe |
| P 6 = | ca. 60 kW | Nutzwärmeauskopplung 2 |
| P 7 = | ca. 5 kW | Nutzgasnachheizung aus P 4 |
| 23 | Kondensatsammelbehälter | |
| 24 | Nutzgasnacherhitzer = Gastrocknung | |
| 25 | Option: Abgaskatalysator | |

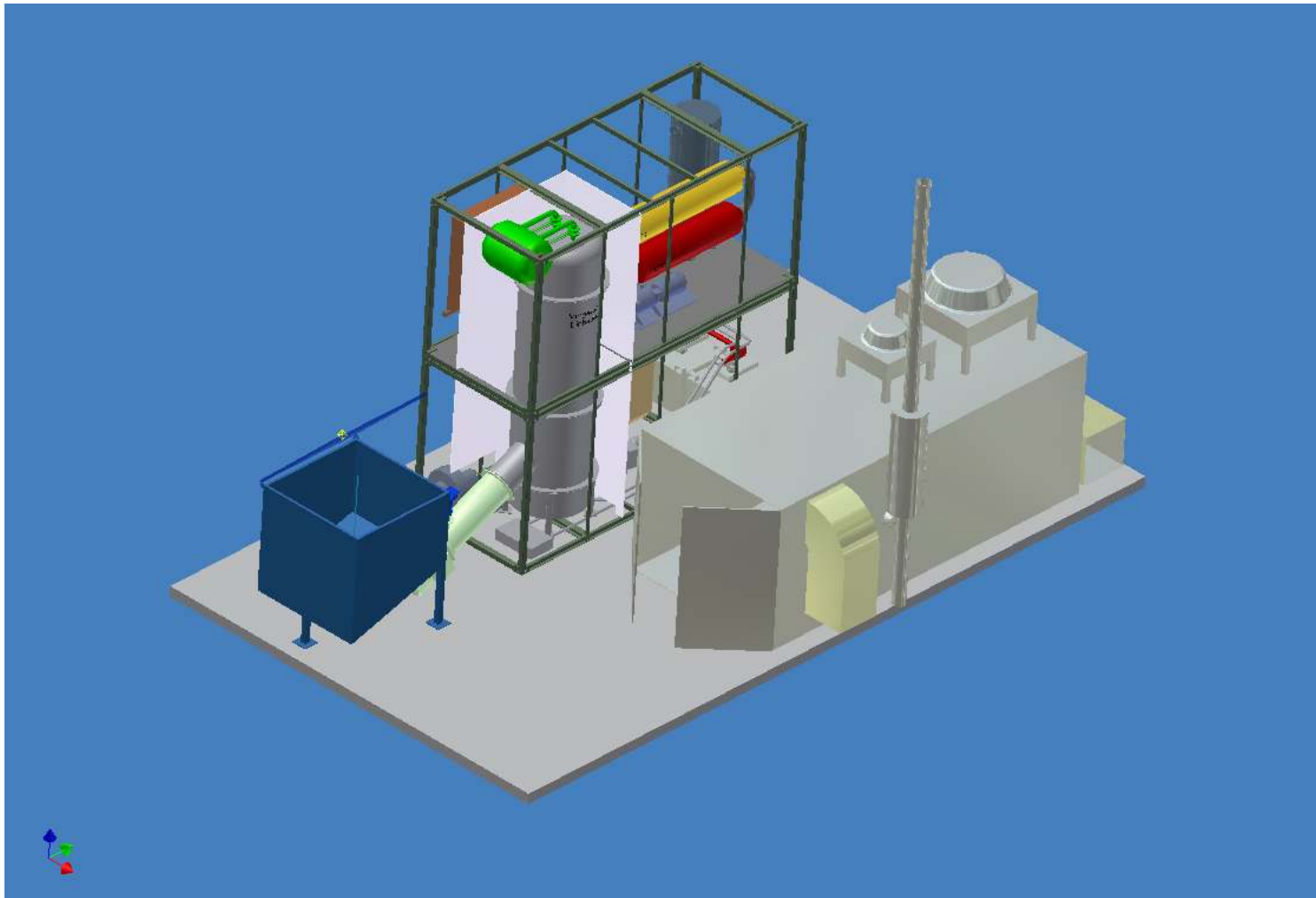
BENA 600 eco line Linienaufstellung Containerausführung



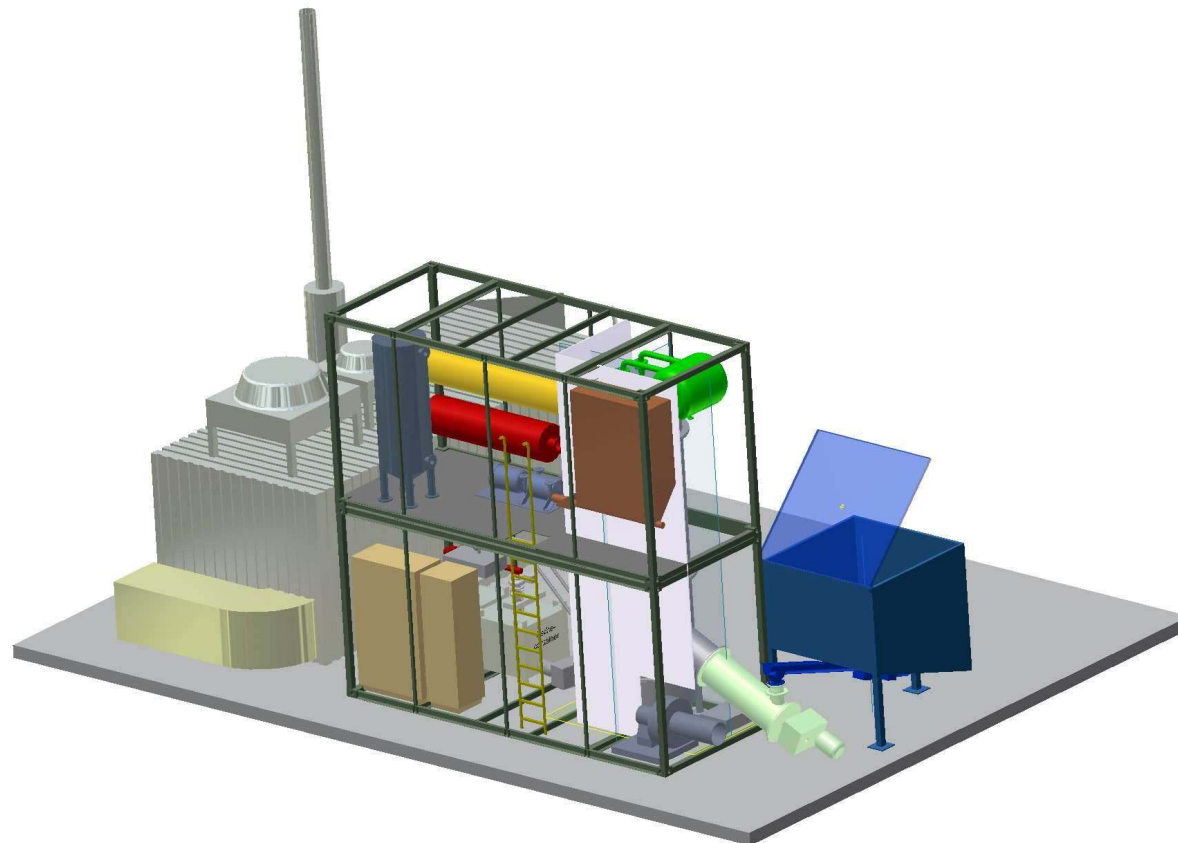
BENA 600 eco line Innenansicht Containerausführung => Front

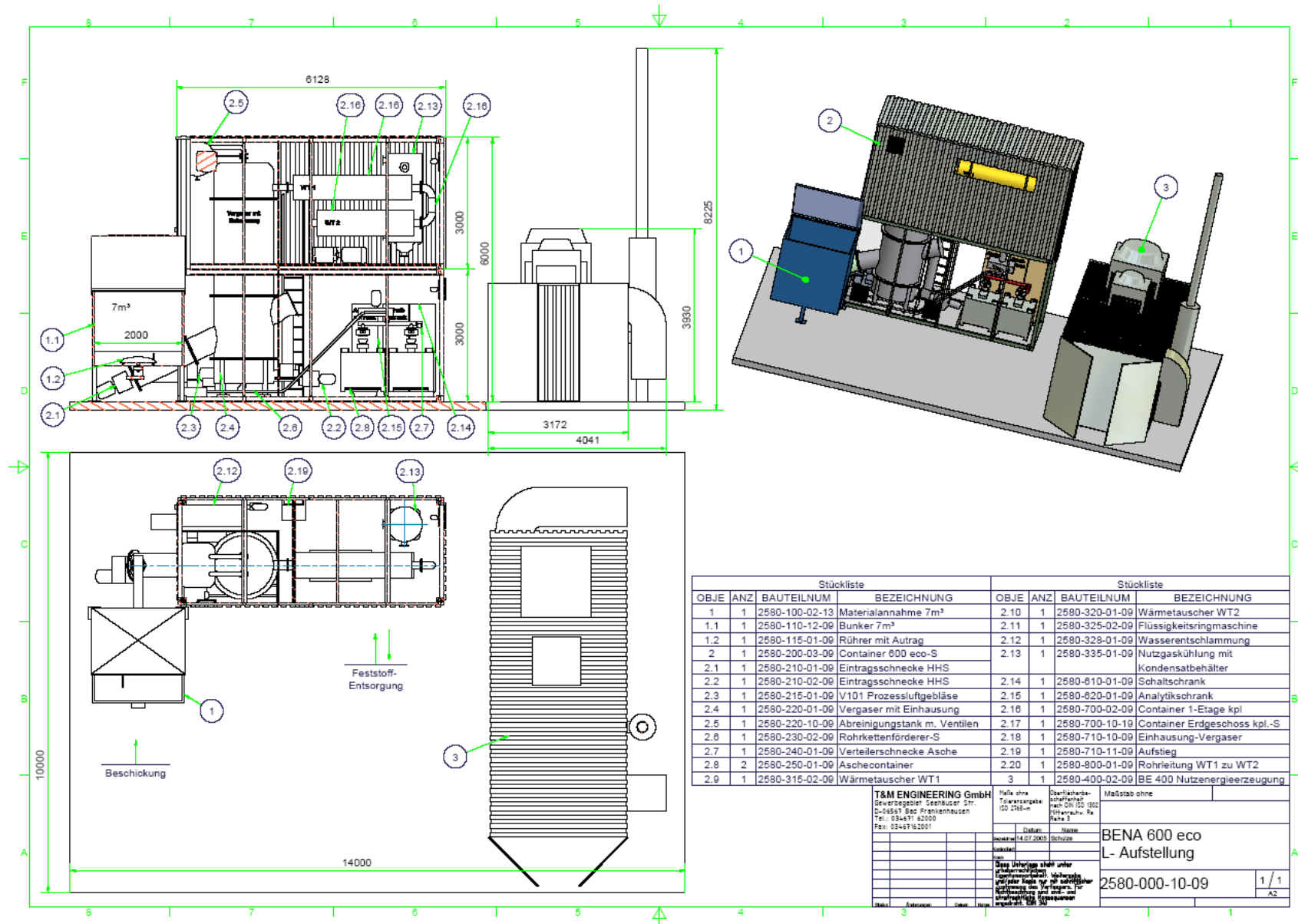


BENA 600 eco line Innenansicht Containerausführung mit BHKW



BENA 600 eco line Innenansicht Containerausführung L-Aufstellung
Rückseite





Stückliste				Stückliste			
OBJE	ANZ	BAUTEILNUM	BEZEICHNUNG	OBJE	ANZ	BAUTEILNUM	BEZEICHNUNG
1	1	2580-100-02-13	Materialannahme 7m³	2.10	1	2580-320-01-09	Wärmetauscher WT2
1.1	1	2580-110-12-09	Bunker 7m³	2.11	1	2580-325-02-09	Flüssigkeitsringmaschine
1.2	1	2580-115-01-09	Rührer mit Auftrag	2.12	1	2580-328-01-09	Wasserentschlammung
2	1	2580-200-03-09	Container 800 eco-S	2.13	1	2580-335-01-09	Nutzgaskühlung mit
2.1	1	2580-210-01-09	Eintragsschnecke HHS				Kondensatbehälter
2.2	1	2580-210-02-09	Eintragsschnecke HHS	2.14	1	2580-810-01-09	Schaltschrank
2.3	1	2580-215-01-09	V101 Prozessluftgebläse	2.15	1	2580-820-01-09	Analytischschrank
2.4	1	2580-220-01-09	Vergaser mit Einhausung	2.16	1	2580-700-02-09	Container 1-Etage kpl
2.5	1	2580-220-10-09	Abreinigungstank m. Ventilen	2.17	1	2580-700-10-19	Container Erdgeschoss kpl.-S
2.6	1	2580-230-02-09	Rohrkettenträger-S	2.18	1	2580-710-10-09	Einhausung-Vergaser
2.7	1	2580-240-01-09	Verteilerschnecke Asche	2.19	1	2580-710-11-09	Aufstieg
2.8	2	2580-250-01-09	Aschecontainer	2.20	1	2580-800-01-09	Rohrleitung WT1 zu WT2
2.9	1	2580-315-02-09	Wärmetauscher WT1	3	1	2580-400-02-09	BE 400 Nutzenergieerzeugung

T&M ENGINEERING GmbH
Gewerbegebiet Seehäuser Str.
D-10557 Bad Frankenhausen
Tel.: 034671 62000
Fax: 03467162001

Halle ohne
Türansätze
100 1200mm

Überflächen-
schichtdicke
nach DIN 100 1200
Höhenabweichung
Klasse 3

Datum: 14.07.2005
Name: Schütze

Maßstab ohne
BENA 600 eco
L- Aufstellung

Das Unternehmen steht unter
Lebensschutz (VDE) - Mitgliedschaft
für den Bereich der elektrischen
Anlagenbau und -wartung und
beruflich geprüfter
Ingenieur. VDE 30

2580-000-10-09

1 / 1
A2

Zusammenfassung BENA Technik

Das Kleinkraftwerk auf Na-wa-Ro Basis ist realistisch lieferbar:

- Baureihe => BENA 200-60 / BENA 400-120 / BENA 600-175
- Flexibler Betrieb durch kurze An- und Abfahrphasen
- Höchste Ausnutzung der Energieträger und unkritische Entsorgung
- Geringer Baulicher Aufwand und Platzbedarf
- Günstiges Investitionskosten / Nutzen Verhältnis

Anbieter und Lieferer der schutzrechtsgesicherten BENA Technik:

T & M ENGINEERING GmbH Bad Frankenhausen